تقنية التوزيع الكهربائي

الموزعات الكهربائية

الموزعات الكهربائية

٥

الموزعات الكهربائية

(5-1) مقدمة

يحتاج كل حمل كهربائي إلى قيمة محددة من القدرة الكهربائية وتختلف قيمة هذه القدرة من حمل إلى آخر، ويجب أن نلبي احتياجات كل حمل، وكذلك حساب قيمة الجهد الكهربائي على أطراف الحمل وذلك بحساب هبوط الجهد عند كل نقطة يغذى منها الحمل. هناك عدة طرق مختلفة لتغذية الأحمال عن طريق الموزع وهي كالآتي:

1- موزع يغذى من إحدى طرفيه.
2- موزع يغذى من كلا طرفيه بنفس الجهد.
3- موزع يغذى من كلا طرفيه بجهد مختلف.
4- موزع يغذى من أي نقطة (غير أطرافه)
5- موزع حلقي يغذى من نقطة واحدة.

مع الأخذ في الاعتبار أن هناك نوعان من الأحمال:

ا- حمل مركز ب- حمل منتظم (مثل إضاءة الشوارع)

وفي هذا الفصل سنستعرض كيفية حساب هبوط الجهد عند أي نقطة للموزع وكمية التيار في أجزاء الموزع باعتبار أن الحمل مركز ولن نتطرق في هذا الفصل إلى كيفية حساب هبوط الجهد وتوزيع التيار في حالة حساب الحمل المنتظم.

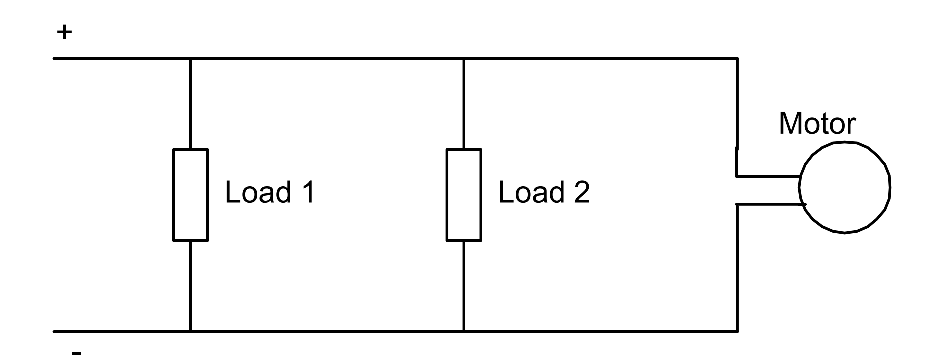
عند تصميم نظام التوزيع لابد من أخذ النقاط الآتية بعين الاعتبار:

أ- أن لا يزيد هبوط الجهد عن المقدار المسموح به (في حدود 5%).
ب- أن تكون المفاقيد النحاسية أقل ما يمكن $(I^2 R)$.
جـ- أن يراعى العامل الاقتصادي عند اختيار الكابل.

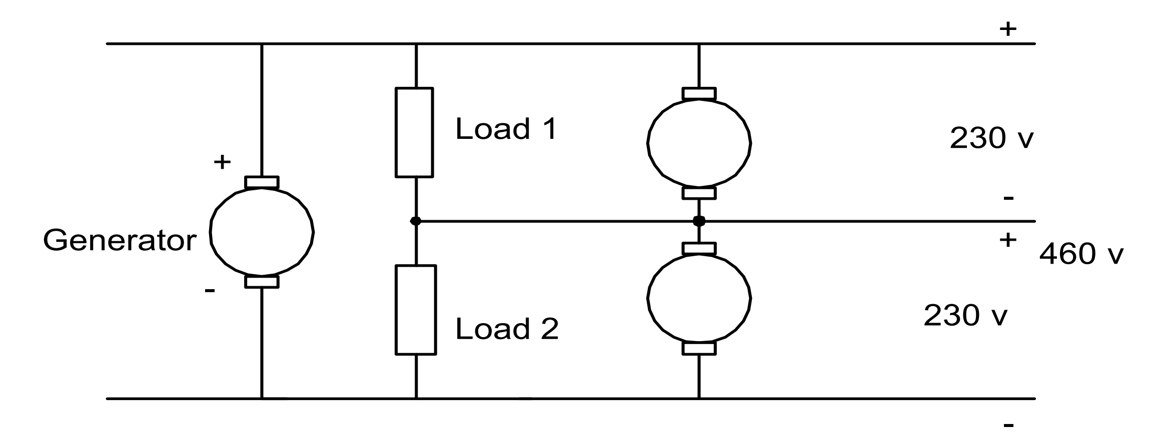
(5-2) نظام توزيع ثلاثة موصلات وموصلين في التيار المستمر

تنقل القدرة الكهربية في حالة التيار المتغير على خطوط نقل عالية الجهود لتقليل المفاقيد وزيادة كفاءة خط النقل ولكن في التيار المستمر لا يمكن تغيير الجهود إلا عن طريق المولدات. يوجد نظامان في نظم توزيع التيار المستمر هما التغذية من خلال موصلين أو ثلاثة موصلات. في حالة موصلين يكون أحد

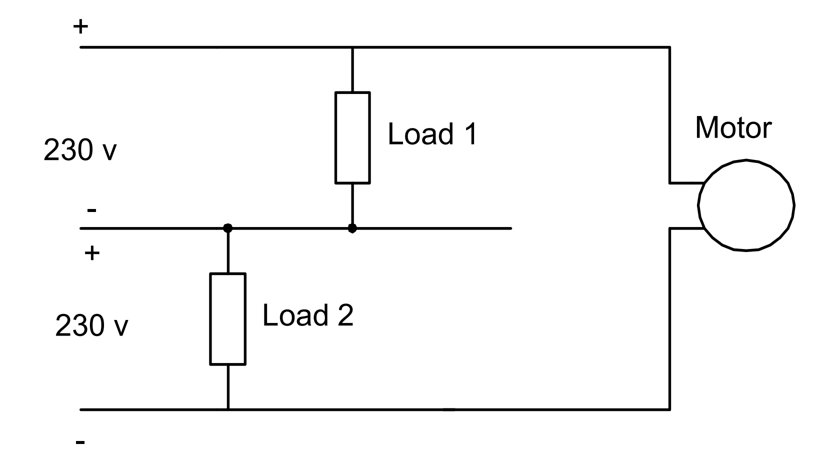
الموصلين موجباً والآخر سالباً والموصل الموجب للذهاب والسالب للإياب (وعند حساب هبوط الجهد نضاعف مقاومة الموصل الواحد). يبين الشكل (5.1) طريقة التغذية بموصلين.



الشكل (5.1) طريقة التغذية في الموصلين تيار مستمر



الشكل (5.2) طريقة التغذية في ثلاثة موصلات تيار مستمر



الشكل (5.3) موزعات التيار المستمر ثلاثة موصلات

ولزيادة كفاءة نظام الموصلين يستخدم نظام ثلاثة الموصلات ويمكن تقليل المفاقيد النحاسية في الموصلات لزيادة كفاءة النقل الكهربي. ويبين الشكل (5.2) والشكل (5.3) موزعات التيار المستمر ذات ثلاثة الموصلات.

(5-3) حساب هبوط الجهد في موزعات التيار المستمر

(5-3-1) موزع يغذى من إحد طرفيه

يبين الشكل (5-4A) موزعاً يغذى من أحد طرفيه بالتيار الكهربي. ويبين الشكل(5.4A) مغذياً (A-B) يغذي من نقطة A بالتيار الكهربي مع وجود أحمال مركزة وتتفرع التيارات (i_1,i_2,i_3,i_4) عند مراكز نقاط الأحمال (C,D,E,F) على الترتيب والتيارات في أجزاء الموزع هي (I_1,I_2,I_3,I_4) وقيم المقاومات لكل جزء من أجزاء المغذي هي (r_1,r_2,r_3,r_4) وقيم المقاومات من نقطة A إلى النقاط (C,D,E,F) هي (R_1, R_2, R_3, R_4).

بتطبيق قانون كيرشوف للجهود (مجموع هبوط الجهد=مجموع مصادر الجهد) على الموزع ، يكون هبوط الجهد على الموزع A-B هو:

$$V_{AB} = I_1 r_1 + I_2 r_2 + I_3 r_3 + I_4 r_4 \qquad (5\text{-}1)$$

وبتطبيق قانون كيرشوف للتيارات ينتج أن

$$\begin{aligned} I_1 &= i_1 + i_2 + i_3 + i_4 \\ I_2 &= i_2 + i_3 + i_4 \\ I_3 &= i_3 + i_4 \\ I_4 &= i_4 \end{aligned} \qquad (5\text{-}2)$$

من المعادلتين (3-1) و (3-2) نستنتج الآتي:

$$V_{AB} = (i_1 + i_2 + i_3 + i_4)r_1 + (i_2 + i_3 + i_4)r_2 + (i_3 + i_4)r_3 + (i_4)\, r_4$$

$$V_{AB} = i_1R_1 + i_2R_2 + i_3R_3 + i_4R_4 \quad (5\text{-}3)$$

من المعادلة (5-1) والمعادلة (5-3) نستنتج أن هناك طريقتين لإيجاد هبوط الجهد. وتسمى المعادلة (5-3) بمعادلة العزوم ويمكن التعبير عنها كما يأتي:

مجموع هبوط الجهد للموزع A-B = مجموع العزوم لكل من حمل التيار حول نقطة A

لإيجاد هبوط الجهد عند أي نقطة ولتكن نقطة E

$$V_{AB} = [i_1R_1 + i_2R_2 + i_3R_3] + [i_4 + i_4 + i_5 \ldots] R_3 \quad (5\text{-}4)$$

وبمعنى آخر

هبوط الجهد عند نقطة E = مجموع العزوم إلى نقطة E + مجموع عزوم الأحمال بعد نقطة E

ويمكن إعادة كتابة المعادلتين (5-1) و(5-3) كما يأتي:

$$V_{AB} = \frac{\rho}{A}\sum I_i l_i \quad (5-5)$$

$$V_{AB} = \frac{\rho}{A}\sum i_i L_i \quad (5-6)$$

حيث إن

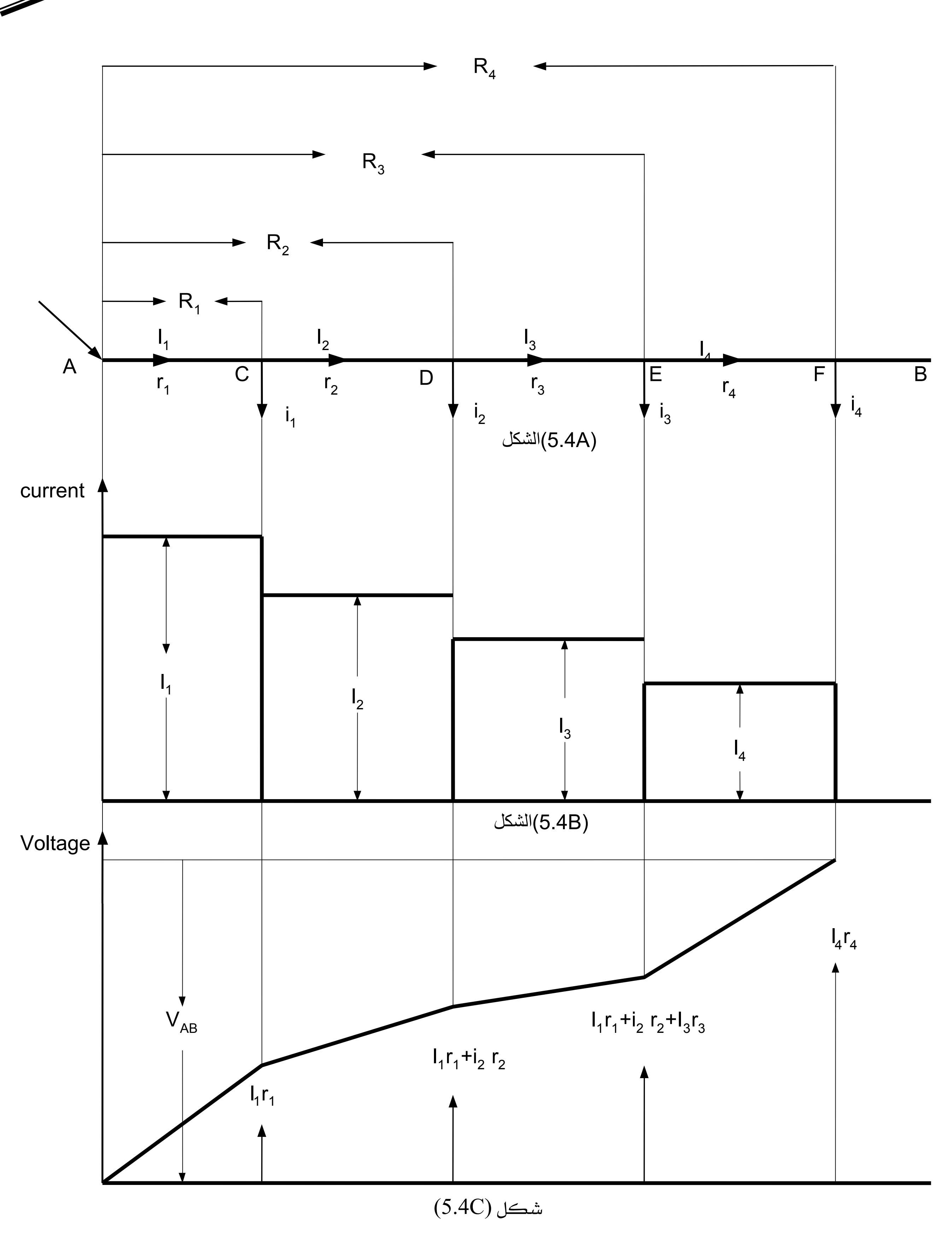
ρ = المقاومة النوعية للموزع $(\Omega.\ m)$

A = حساب مقطع الموصل (m^2)

l_i = طول الموصل الخاص بكل مقطع من مقاطع الموصل (m)

I_i= التيار المار في كل مقطع من مقاطع الموزع (A)

i_i= التيار عند مركز من مراكز الأحمال. (A)



شكل (5.4C)

الشكل (5.4) توزيع التيارات وهبوط الجهد لموزع يغذى من طرف واحد

يبين الشكل (5.4B) التيارات في أجزاء الموزع وكذلك يبين الشكل (5.4C) هبوط الجهد في المغذي.

مثال (1)

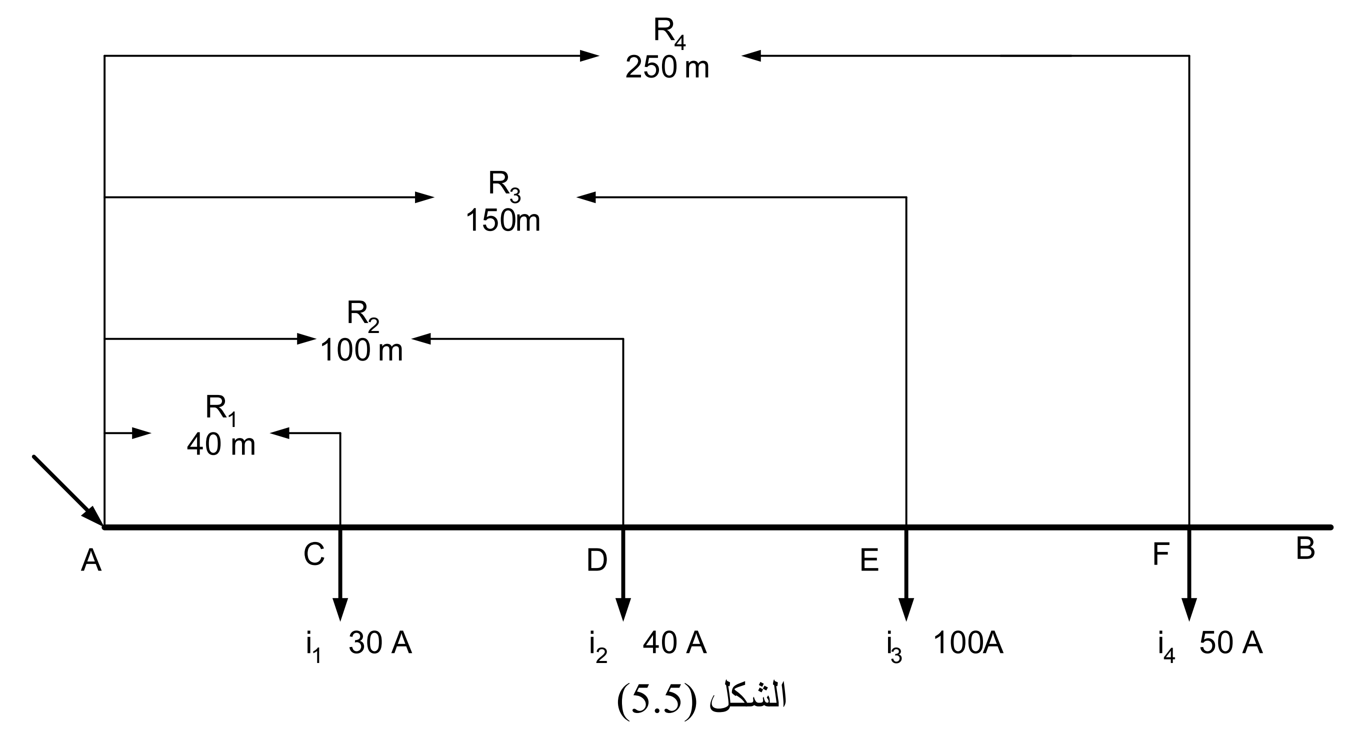
مغذ A-B ذو موصلين، تيار مستمر، طول الموصل 300 m ويغذى من نقطة A، ويبين الجدول الآتي الأحمال وبعدها عن نقطة التغذية A

قيمة التيار (بالأمبير)	المسافة من نقطة التغذية A (بالمتر)	عند نقطة الأحمال
30	40	C
40	100	D
100	150	E
50	250	F

فإذا كانت أكبر قيمة مسموح بها لهبوط الجهد لا تزيد عن 10 V. أوجد مساحة مقطع الموزع AB .
علماً بأن المقاومة النوعية للموصل هي $\rho=1.78\times10^{-8}\ \Omega.m$

الحل

يمكن تحويل الجدول إلى الشكل (5.5) وبتطبيق قانون كيرشوف للجهود ينتج أن:



الشكل (5.5)

هبوط الجهد لموصل واحد $V_{AB}=i_1R_1+i_2R_2+i_3R_3+i_4R_4$

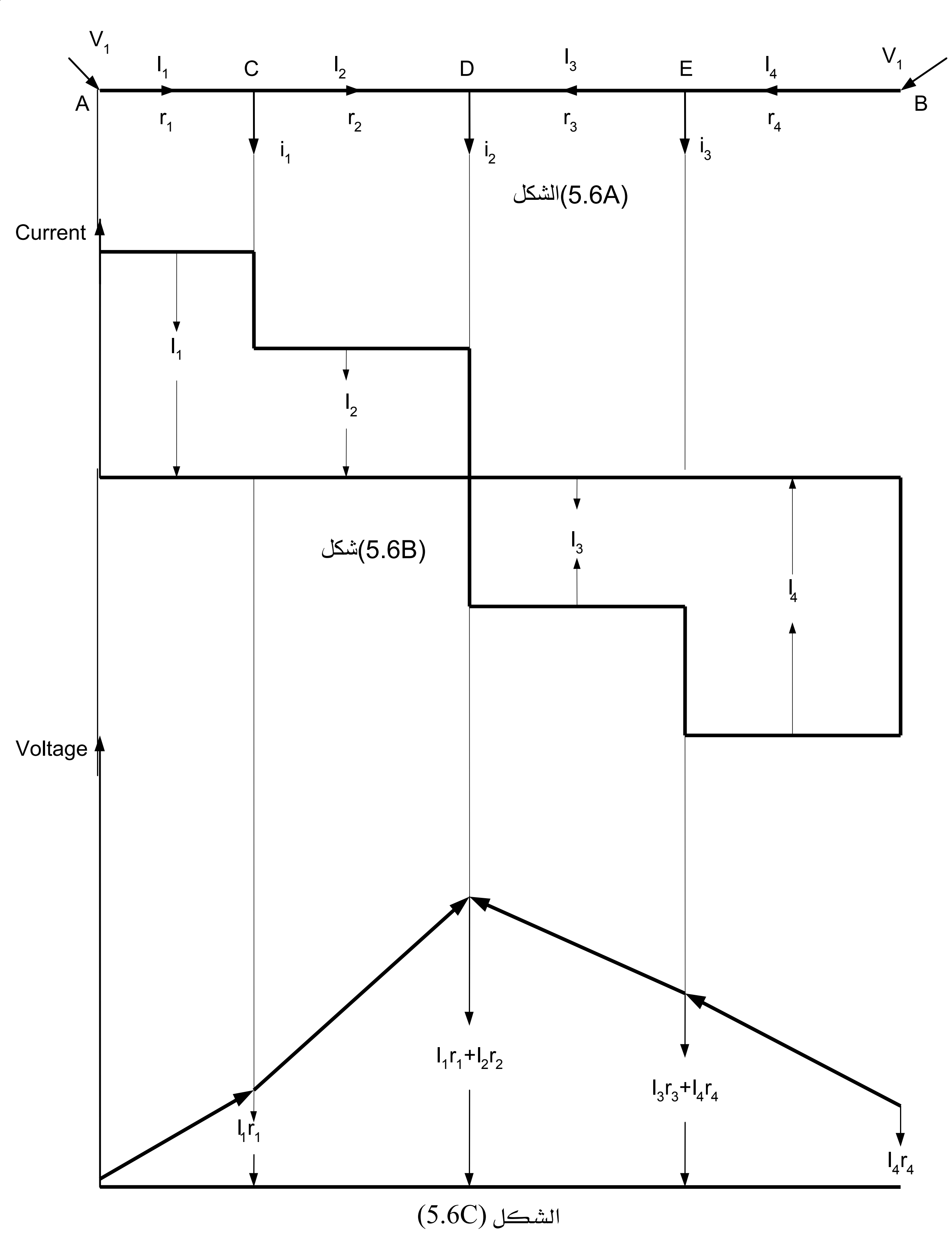
هبوط الجهد لموصلين $V_{AB}=2(i_1R_1+i_2R_2+i_3R_3+i_4R_4)$

$$R_{AC}=R_1=\frac{\rho L}{A}=\frac{1.78x10^{-8}x40}{A}\quad \Omega$$
$$R_{AD}=R_2=\frac{\rho L}{A}=\frac{1.78x10^{-8}x100}{A}\quad \Omega$$
$$R_{AE}=R_3=\frac{\rho L}{A}=\frac{1.78x10^{-8}x150}{A}\quad \Omega$$
$$R_{AF}=R_4=\frac{\rho L}{A}=\frac{1.78x10^{-8}x250}{A}\quad \Omega$$
$$V_{AB(max)}=2[\frac{\rho L_1}{A}i_1+\frac{\rho L_2}{A}i_2+\frac{\rho L_3}{A}i_3+\frac{\rho L_4}{A}i_4]$$
$$=2\frac{\rho}{A}[L_1i_1+L_2i_2+L_3i_3+L_4i_4]$$
$$=\frac{2x1.78x10^{-8}}{A}[30x40+40x100+100x150+50x250]$$

$$10=\frac{2x1.78x10^{-8}}{A}x32700$$
$$A=1.164x10^{-4}\quad m^2$$
$$=1.164\ cm^2$$

(5-3-2) الموزع يغذى من كلا طرفيه بجهد متساوٍ

عندما يغذى الموزع من كلا طرفيه بجهد متساو نجد أن فرق الجهد بين طرفيه يساوي صفراً كما في الشكل (5.6a). ويبين الشكل (5.6B) توزيع التيارات في الأجزاء المختلفة للموزع. كذلك يبين الشكل (5.6C) هبوط الجهد في أجزاء الموزع. ونلاحظ في الشكل (5.6B) أن التيار يمر من النقاط الأعلى جهدًا إلى النقاط الأقل جهدًا .وكذلك نلاحظ في الشكل (5.6C) أن أكبر قيمة قصوى لهبوط الجهد هي القيمة التي يتلاقى عندها كل من التيارين وهي نقطة D.



الشكل (5.6C)

يبين الشكل (5.6) توزيع التيارات وهبوط الجهد لموزع يغذى من كلا طرفيه بنفس الجهد.

مثال (2)

موزع F_1F_2 ذو موصلين تيار مستمر طول الموزع 1000 m والجدول التالي يبين مقدار الأحمال والمسافة من نقطة التغذية F_1، الموزع يغذى من كلا طرفيه بجهد متساوٍ. حدد النقطة التي يكون عندها أقل جهد وما قيمة هبوط الجهد عند هذه النقطة ؟

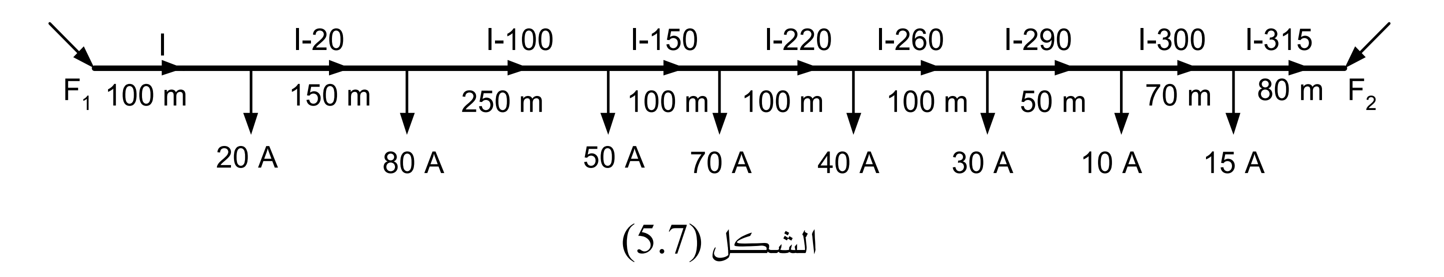
علماً بأن مساحة المقطع الموزع $0.35\ cm^2$ والمقاومة النوعية هي $\rho = 1.764x\ 10^{-6}\ \Omega.cm$

البعد عن نقطة F_1(بالمتر)	100	250	500	600	700	800	850	920
تيارات الأحمال (بالأمبير)	20	80	50	70	40	30	10	15

الحل

يمكن تحويل الجدول إلى الشكل (5.7)

بفرض أن التيار المار من نقطة التغذية F_1 هو I. بتطبيق قانون كيرشوف للتيارات عند كل نقطة حمل يمكن توزيع التيارات كما في الشكل (5.7) .



الشكل (5.7)

بتطبيق قانون كيرشوف للجهود كما يأتي:

فرق الجهد بين نقطتي F_1F_2 تساوي صفراً أي أن $V_{F_1F_2} = 0$

المقاومة لموصل واحد

$$R_1 = \frac{\rho\, l}{A} = \frac{1.764\ x10^{-6}\ x100}{0.35}$$

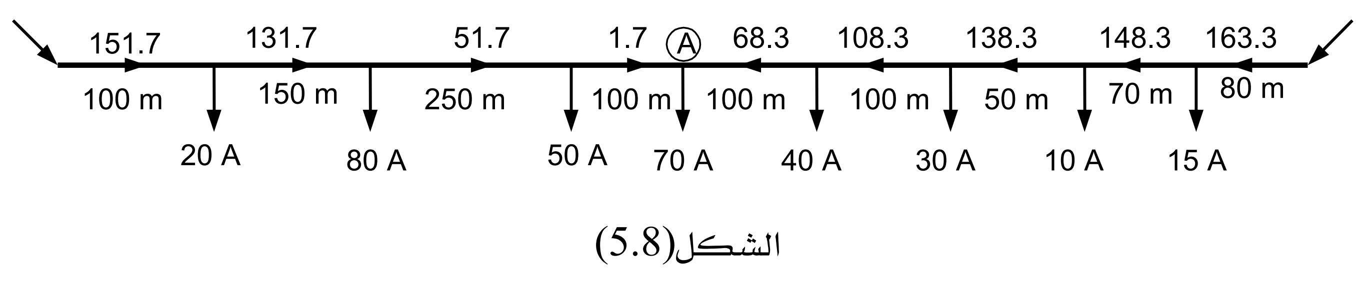
المقاومة لموصلين

$$R_2 = 2X5.04X10^{-4} = 10.08x10^{-4}\quad \Omega/m$$

$$V_{F_1F_2}=0=\frac{\rho}{A}\sum l_i I_i$$
$$=10.8\times10^{-4}[100I+150(I-20)+250(I-100)+100(I-150)$$
$$+100(I-220)+100(I-260)+50(I-290)+70(I-300)$$
$$+80(I-315)]$$

$$1000I=151700$$
$$I=151.7$$

بالتعويض عن قيمة التيار I وقيمته 151.7A في الشكل (5.7) يمكننا الحصول على توزيع التيارات في كل جزء من أجزاء الموزع كما في الشكل (5.8).



الشكل(5.8)

يلاحظ أن النقطة A عندها أكبر قيمة في هبوط الجهد في الموزع F_1F_2 ، ولحساب الجهد عند النقطة A وبتطبيق قانون كيرشوف للجهود كما يلي:

هبوط الجهد عند نقطة A = $R_2\sum l_i I_i$

$$=10.08\times10^{-4}[100\times151.7+150\times131.7+250\times51.7+100\times1.7$$
$$=10.08\times10^{-4}\times48020=48.4\ \text{volt}$$

(5-3-3) موزع يغذى من كلا طرفيه بجهد غير متساوٍ

لا تختلف طريقة الحساب عنها في الموزع الذي يغذى من كلا طرفيه بجهد متساوٍ والفرق الوحيد هو أن فرق الجهد بين الطرفين لا يساوي صفراً وهو الفرق بين الجهدين.

مثال (3)

موزع A-B يغذى من كلا طرفيه والجهد عند نقطة A يساوي 236 V والجهد عند نقطة B يساوي 237 V وطول الموزع 200 m والجدول الآتي يبين مقدار الأحمال والمسافة من نقطة التغذية A إلى الأحمال المختلفة.

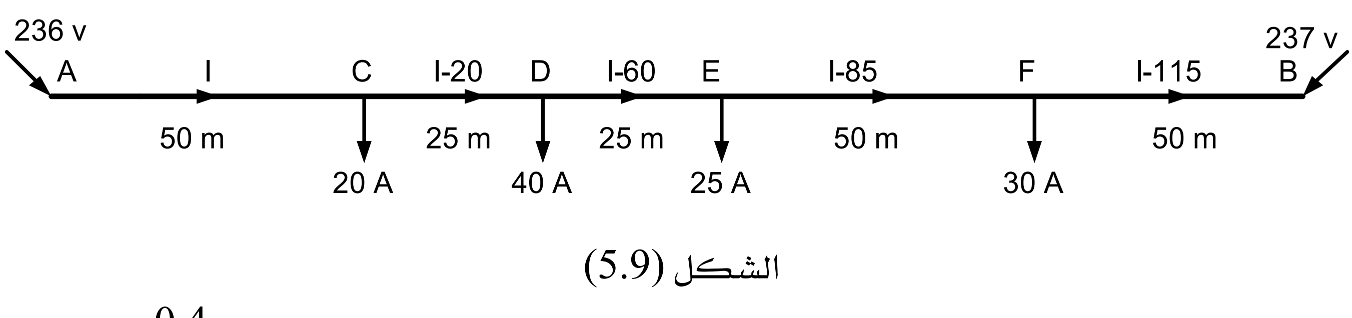
نقط الأحمال	المسافة من نقطة A (بالمتر)	تيارات الأحمال (بالأمبير)
C	50	20
D	75	40
E	100	25
F	150	30

علماً بأن قيمة المقاومة لموصل واحد هي 0.4 Ω/Km.

احسب قيمة التيار في كل جزء من أجزاء الموزع المختلفة وقيمة أقل جهد وما هي النقطة التي عندها الجهد الأقل ؟

الحل

يمكن تحويل الجدول السابق إلى الشكل (5.9) ، وبفرض أن قيمة التيار الكلي عند نقطة A هو I ، يكون توزيع التيارات في المغذي كما في الشكل (5.9)



الشكل (5.9)

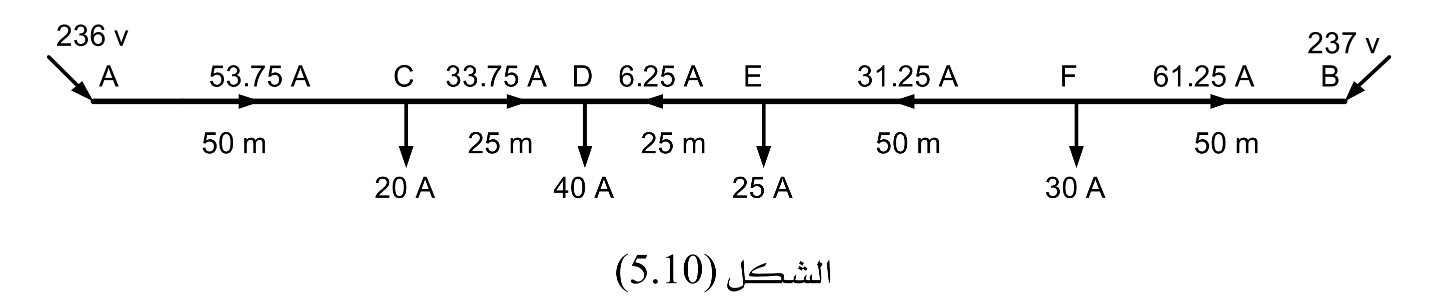
المقاومة لموصل واحد $R_1=\frac{0.4}{1000}=4X10^{-4}\ \Omega/m$

مقاومة لموصلين $R_2==2X4X10^{-4}\ \Omega/m$

$$V_{AB}=V_A-V_B=236-237=-1\ volt$$

$$-1 = R_2 \sum l_i I_i$$
$$-1 = 8x10^{-4}[50I+25(I-20)+25(I-60)+50(I-85)+50(I-115)]$$
$$-1 = 8x10^{-4}[200I-12000]$$
$$I = 53.75 \quad A$$

ويكون توزيع التيارات كما في الشكل (5.10)



الشكل (5.10)

من الشكل (5.10) نجد أن النقطة التي عندها أقل جهد هي نقطة D وتبعد عن نقطة Aبمقدار 75 m (وتبعد عن نقطة B 125 m)

هبوط الجهد عن نقطة D

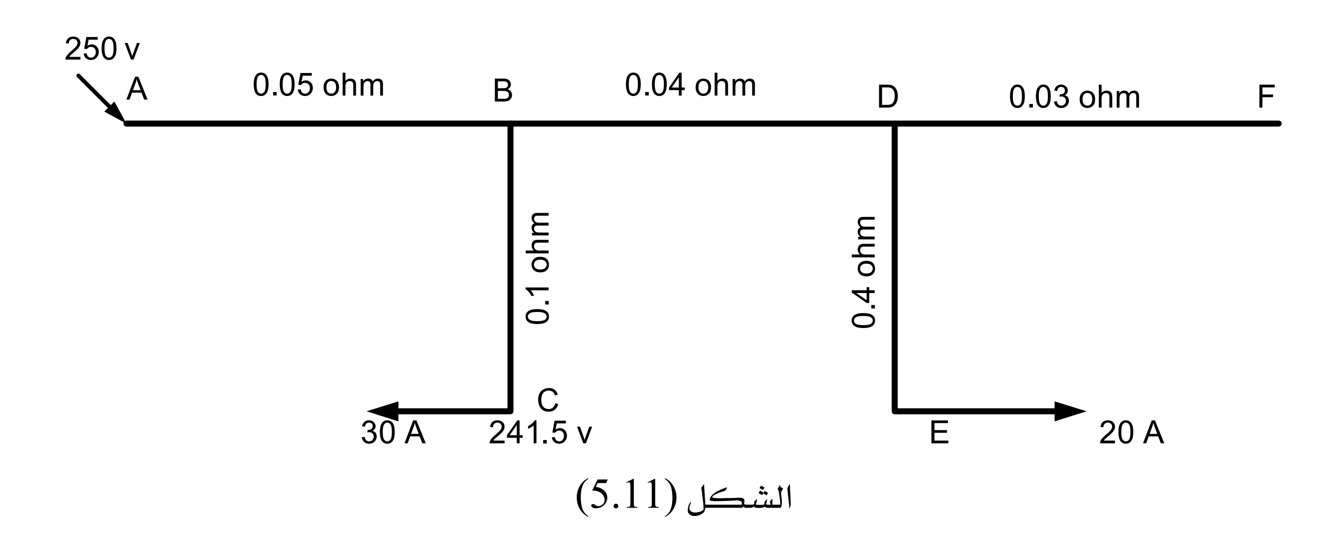
$$V_{AD} = R_2 \sum I_i l_i$$
$$= 8x10^{-4}(50x53.75+25x33.75) \qquad = 2.82 \text{ volt}$$
$$V_D = V_A - V_{AD} = 236-2.82 = 233.18 \quad \text{volt}$$

مثال(4)

موزع تيار مستمر ذو موصلين قيمة المقاومات كما في الشكل (5.11) للذهاب وللإياب

أ- أوجد قيمة الجهد عند نقطة E

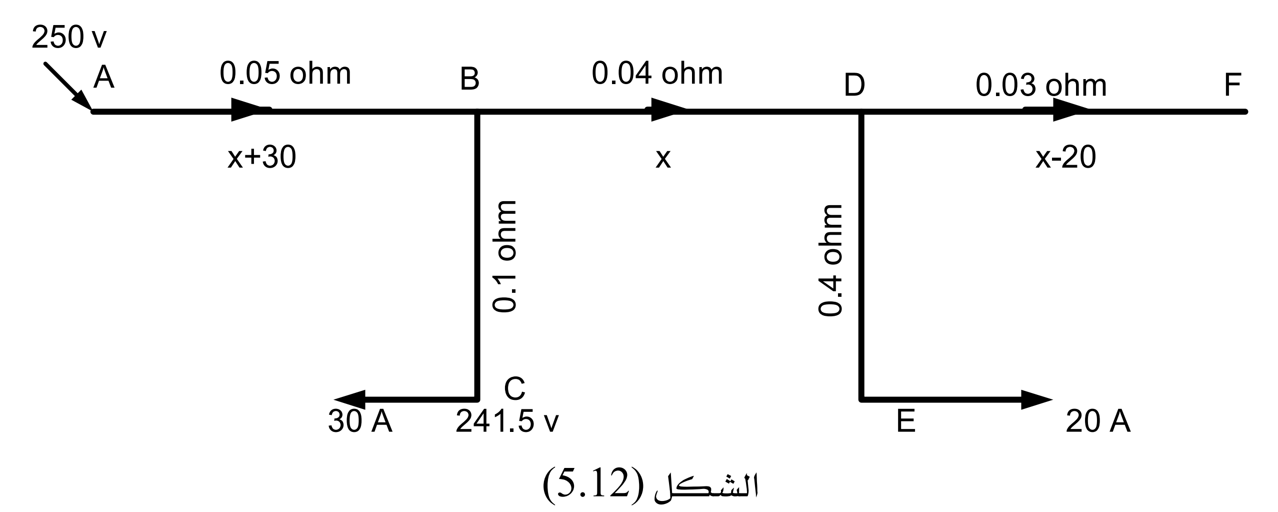
ب-أوجد قيمة الجهد عند نقطة F



الشكل (5.11)

الحل

نفرض أن التيار المار من BD مقداره x وبتطبيق قانون كرشوف للتيارات يكون توزيع التيارات كما هو مبين في الشكل (5.12)



الشكل (5.12)

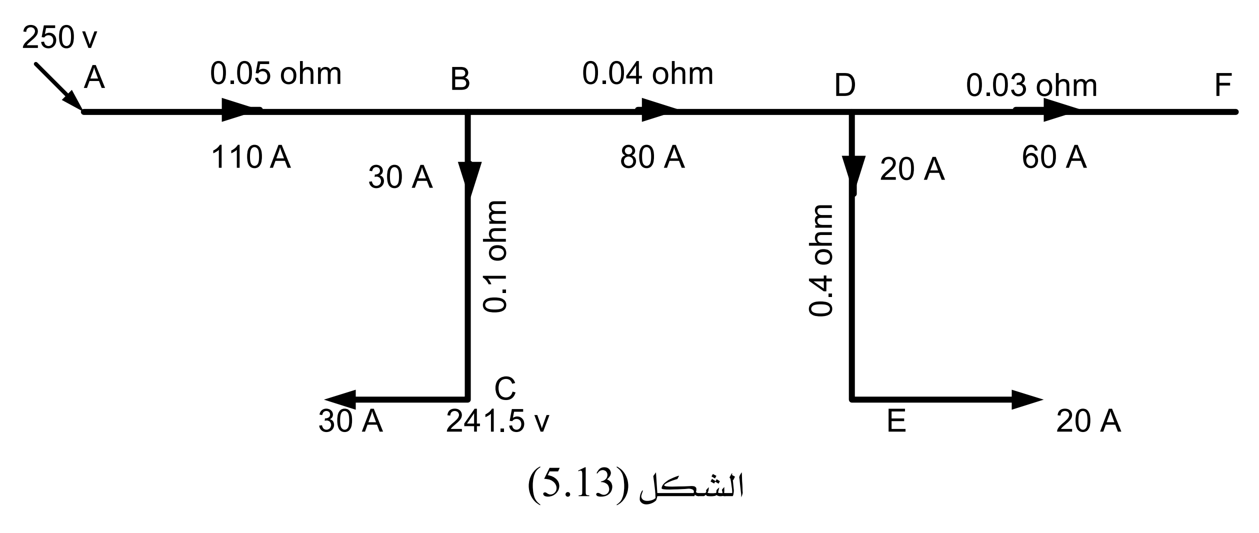
وبتطبيق قانون كيرشوف للجهود في المسار ABC

$$V_{AC}=250-241.5=8.5 \text{ volt}$$
$$=(x+30)0.05+0.1X30$$
$$=0.05x+1.5+3$$
$$4=0.05x$$
$$x=\frac{4}{0.05}=80 \text{ A}$$

وبالتعويض عن قيمة التيار x=80 A يكون التيار كما هو مبين في الشكل (5.13)

ولإيجاد قيمة الجهد عند نقطة E

$$V_E = 250 - 0.05x110 - 80x0.04 - 0.4x20 = 250 - 16.7$$
$$= 233.3 \text{ volt}$$



الشكل (5.13)

ولإيجاد قيمة الجهد عند نقطة F

$$V_F = 250 - 0.05x110 - 0.04x80 - 0.03x60$$
$$= 250 - 5.5 - 3.2 - 1.8$$
$$= 239.5 \quad \text{volt}$$

مثال (5)

موزع AB ذو موصلين تيار مستمر طوله 1000 m ومقدار الأحمال وقيم التيار كما في الجدول التالي

المسافة بين الأحمال ونقطة التغذية A (بالمتر)	200	500	800	900
قيم الأحمال (بالأمبير)	50	20	30	10

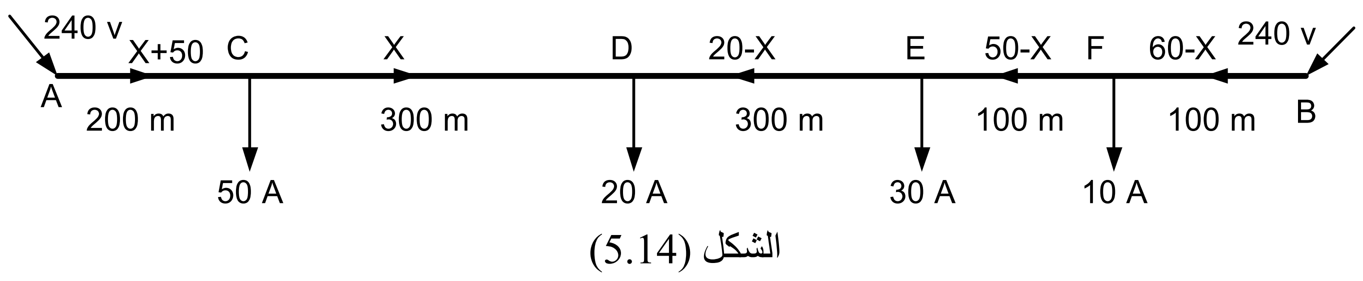
ويغذى من كلا طرفيه من النقطة A بمقدار 250 V ونقطة B بمقدار 240 V .

احسب مساحة مقطع الموزع بحيث لا يقل الجهد في أي نقطة عن 230 V ، علماً بأن المقاومة النوعية للموصل $\rho = 1.72x10^{-6}\ \Omega.cm$

الحل

يمكن تحويل الجدول إلى الشكل (5.14)

بفرض أن أقل هبوط للجهد عند النقطة D وكذلك بغرض أن قيمة المقاومة للموزع للموصلين هما (R (Ω/m



الشكل (5.14)

وبفرض أن التيار المار في الجزء CD هو x ، يكون توزيع التيارات كما هي في الشكل (5.14)

هبوط الجهد BD- هبوط الجهد AD $= 250 - 240 = 10$ volt

$$= R[(x+50)200+300x] - R[(20-x)300+(50-x)100+(60-x)100]$$
$$= 100R[(2x+100+3x)-(60-3x+50-x+60-x)]$$
$$= R[100(10x-70)]$$
$$0.01 = R(x-7) \qquad \text{(I)}$$

المعادلة (I) في مجهولين توجب إيجاد معادلة أخرى لنفس المجهولين

هبوط الجهد بين النقطتين AD

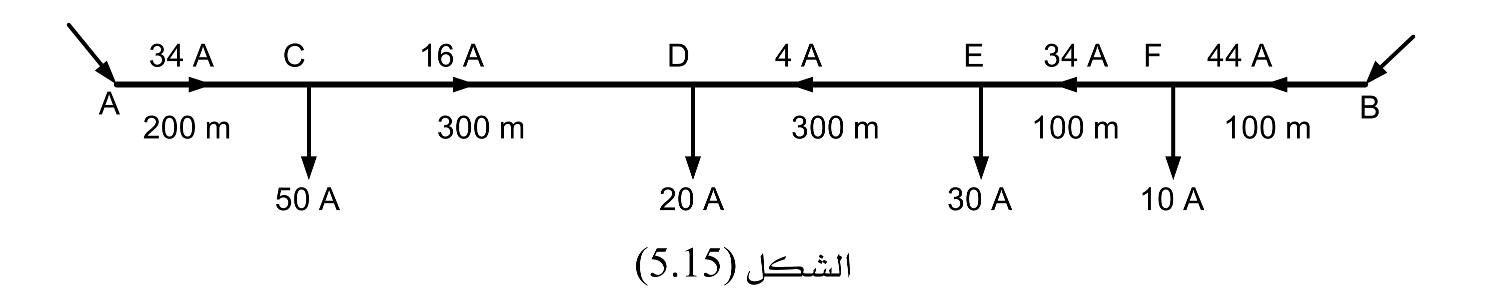
$$V_{AD} = 250-230 = R[200(50+x)+300x]$$
$$20 = R[100(2x+100+3x)]$$
$$0.04 = R(x+20) \qquad \text{(II)}$$

بقسمة المعادلة (I) على المعادلة (II)

$$\frac{x-7}{x+20} = 0.25$$
$$4x-28 = x+20$$
$$3x = 48$$
$$x = 16 \text{ A}$$

وبالتعويض عن قيمة التيار x=16 A يكو ن التوزيع كما في الشكل (3.15)

من الشكل(5.15) نجد أن النقطة D هي أقل جهد في الموزع. وبالتعويض في المعادلة (I) عن قيمة x



الشكل (5.15)

$$R(16-7) = 0.01$$

المقاومة للموصلين $R = 0.00111 \ \Omega/m$

المقاومة للموصل واحد $R = 5.55x10^{-4} \ \Omega/m$

لإيجاد مساحة مقطع الموصل

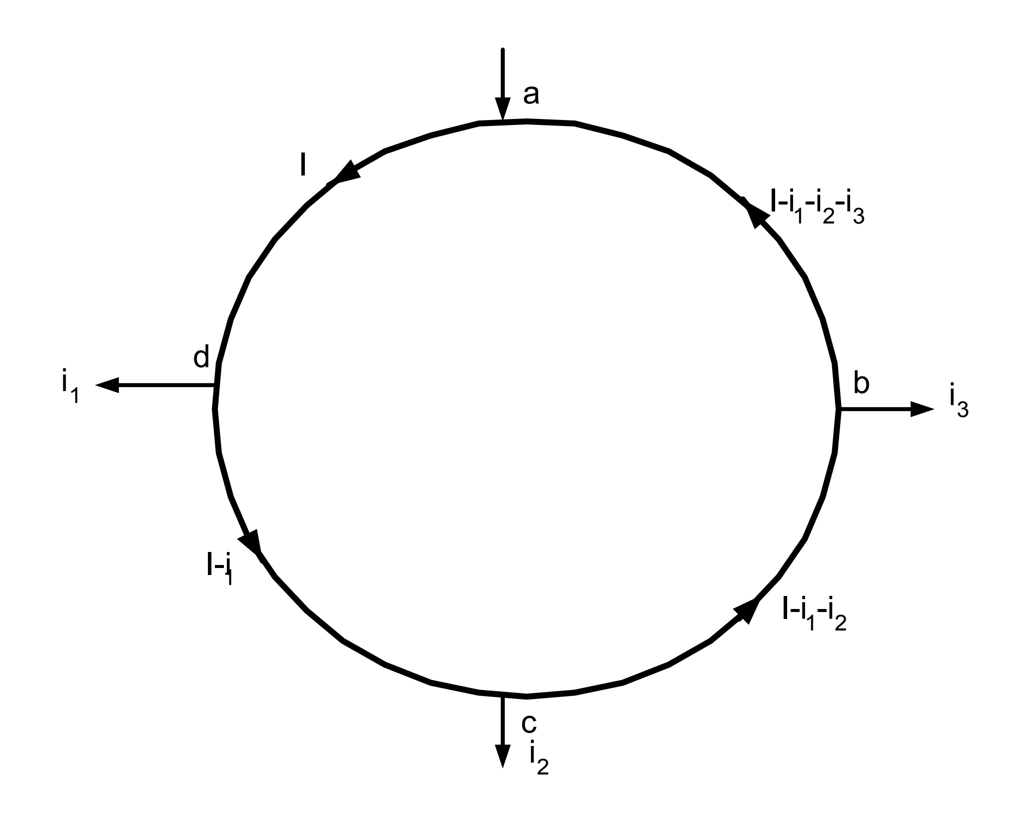
$$R = \frac{\rho l}{A}$$

$$A = \frac{\rho l}{R}$$

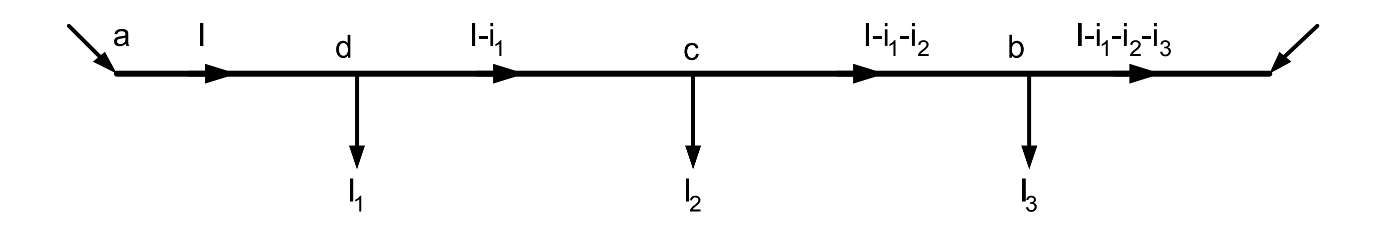
$$= \frac{1.72x10^{-8}x100}{5.55x10^{-6}} = 0.312 \ cm^2 = 31.2 \ mm^2$$

(5-3-4) الموزع على الشكل الحلقي (Ring distributor)

يعامل الموزع الحلقي الذي يغذى من نقطة واحدة نفس معاملة الموزع الإشعاعي (الطولي) الذي يغذى من كلا طرفيه بجهد متساوٍ كما هو موضح في الشكل (5.16) و (5.17)



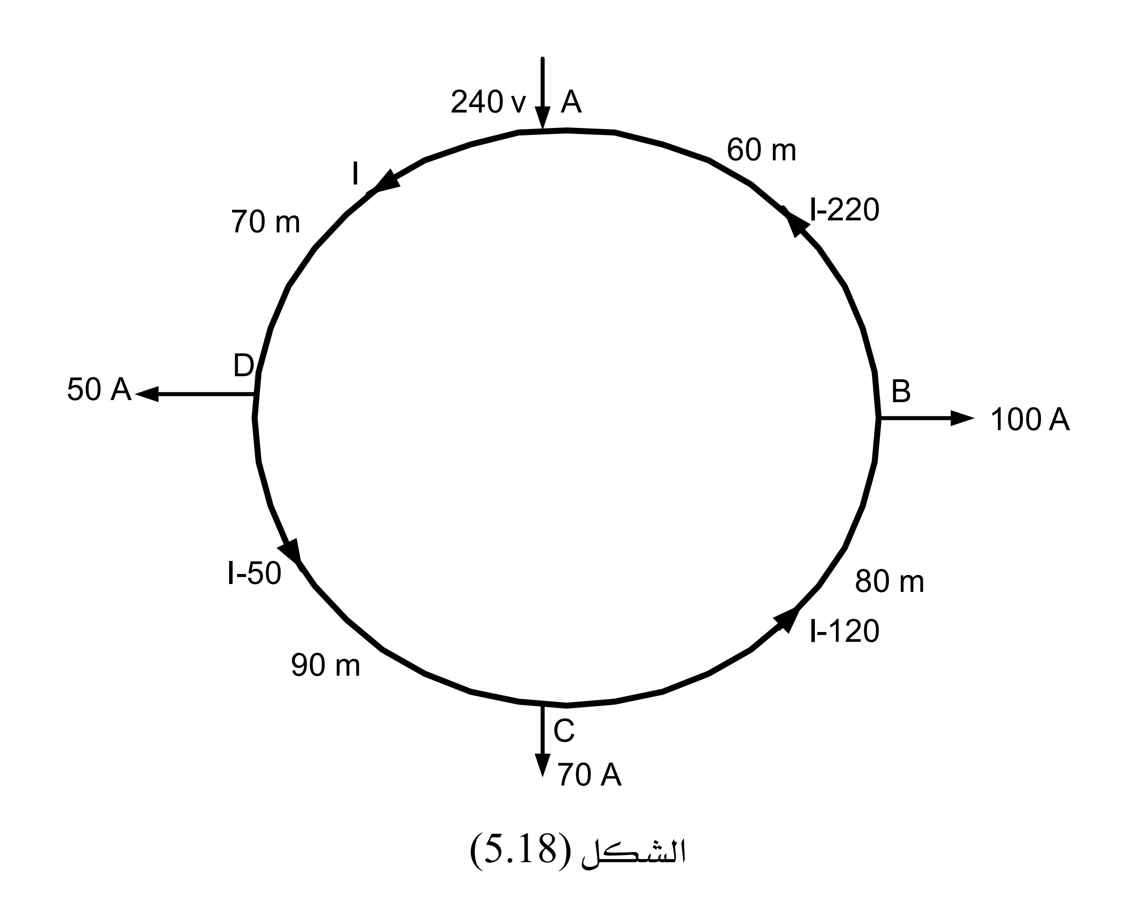
الشكل (5.16) الموزع الحلقي يغذى من نقطة واحدة



HGشكل (5.17) تمثيل موزع حلقي وكأنه على شكل شعاع

مثال (6)

موزع حلقي محمل بتيارات كما في الشكل (5.18) علماً بأن قيمة المقاومة لكل موصل هي 0.2 Ω/km أوجد قيمة الجهد عند النقاط B,C,D



الشكل (5.18)

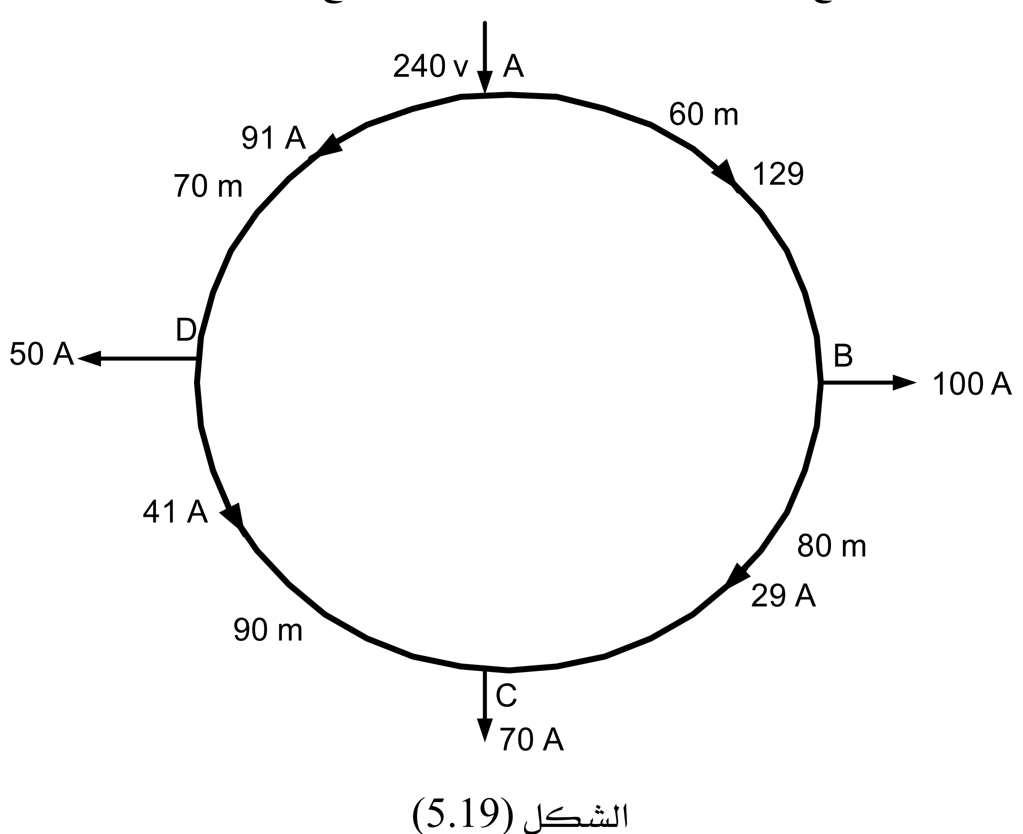
الحل

بفرض أن قيمة التيار الكلي بين النقطتين A, D هو I ويمكننا توزيع التيارات كما في الشكل(5.18)

$$V_{AA} = V_A - V_A = 0$$
$$0 = R\sum l_i I_i$$
$$0 = \sum l_i I_i$$

$$= 70\,I + 90(I\text{-}50) + 80(I\text{-}120) + 60(I\text{-}220)$$
$$300\,I = 27300$$
$$I = 91\,A$$

ويبين الشكل (5.19) توزيع التيارات في كل جزء من أجزاء الموزع



الشكل (5.19)

نجد أن أقل جهد عند نقطة C ولحساب الجهود عند النقاط B,C, D نوجد هبوط الجهد كما يلي:

$$V_{AD}=2[91X70X\frac{0.2}{1000}]=2.55 \text{ volt}$$

$$V_{DC}=2[41X90X\frac{0.2}{1000}]=1.48 \text{ volt}$$

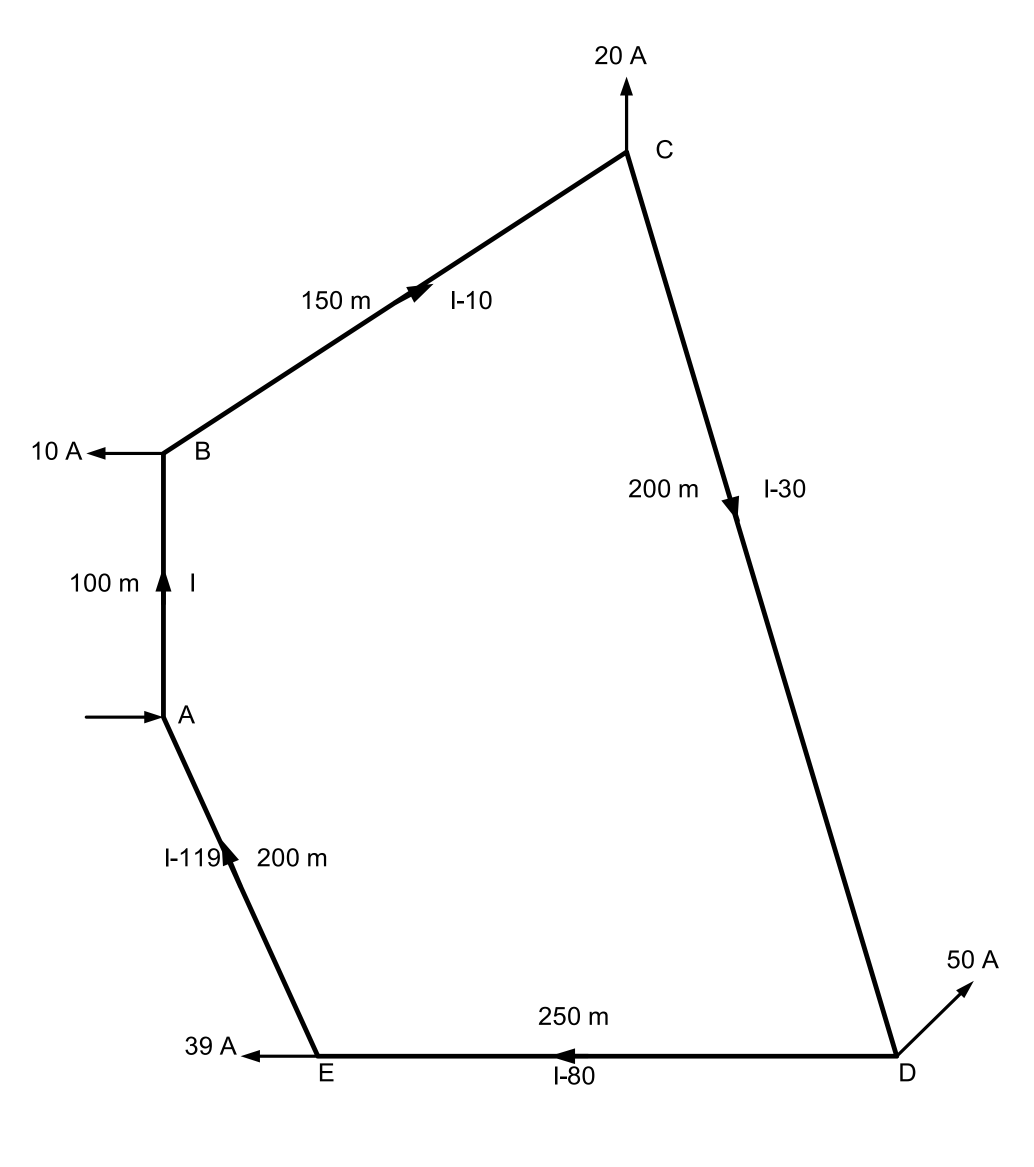
$$V_{BC}=2[29X80X\frac{0.2}{1000}]=093 \text{ volt}$$

$$V_{AB}=2[129X60X\frac{0.2}{1000}]=3.1 \text{ volt}$$

$V_D=240-2.55=237.45$ volt
$V_C=237.5-1.48=235.97$ volt
$V_B=240-3.1=236.9$ volt

مثال (7)

موزع على شكل حلقي كما في الشكل (5.20) ويغذى من نقطة A أوجد التيار الكلي من نقطة التغذية.



الشكل (5.20)

الحل

نفرض أن التيار المار من نقطة A إلى نقطة B هو I وبتطبيق قانون كيرشوف للجهود حول ABCDEA

$$V_{AA} = 0 = \sum l_i I_i$$

$$= 100 I + 150(I-10) + 200(I-30) + 250(I-80) + 200(I-119)$$

$$900I = 51300$$

$$I = 57 \ A$$

(5.4) حساب هبوط الجهد في موزعات التيار المتردد

(5-4-1) حساب هبوط الجهد مع إهمال الممانعة الحثية

لكيفية حساب مساحة مقطع الموصل في موزعات التيار المتردد وتوزيع التيارات في الموزع سنبدأ في إهمال قيمة المقاومة الحثية X واعتبار مقاومة الموزع فقط R ، ويعامل هبوط الجهد في موزعات التيار المتردد أحادي الوجه معاملة هبوط الجهد في موزع التيار المستمر.

هبوط الجهد في الموزع هو:

$$\Delta V = \frac{2\rho}{A} \sum I_i l_i \qquad (5\text{-}7)$$

من المعادلة (5-7) يمكن حساب مقطع الموصل كما يلي:

$$A = \frac{2\rho}{\Delta V_p} \sum I_i l_i \qquad (5\text{-}8)$$

حيث إن

ΔV_P = أقصى قيمة لهبوط الجهد المسموح بها بالفولت

قيمة هبوط الجهد المسموح بها مقدرة بنسبة مئوية من الجهد المقنن V_r هي:

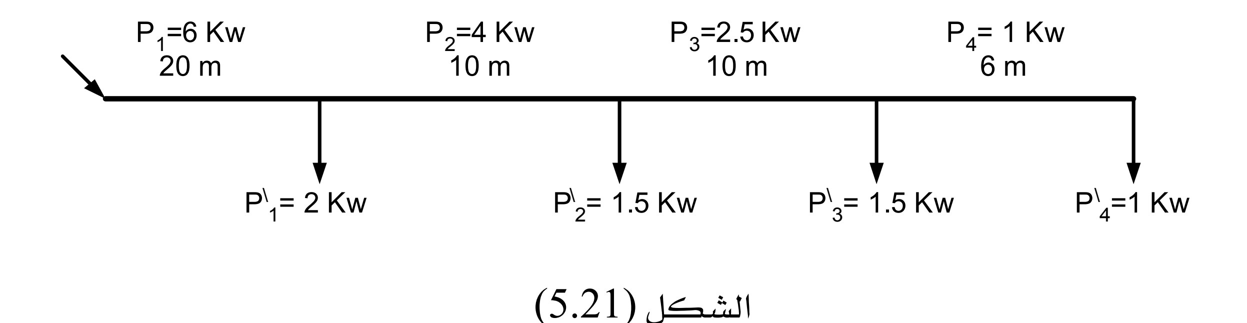
$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_r} \text{ x } 100\%$$

وغالباً ما تعطى الأحمال بالوات ولا تعطى بالأمبير لذلك فإذا افترضنا أن P هو الحمل بالكيلو وات في أجزاء الموزع وكذلك بالكيلو وات P' في نقاط اتصال الحمل يصبح هبوط الجهد بالفولت كما يلي :

$$\Delta V = \frac{2x10^3 \rho}{AV_r} \sum P_i^{\backslash} L_i \qquad (5\text{-}9)$$

مثال (8)

احسب هبوط الجهد في موزع أحادي الوجه كما في الشكل (5.21) إذا كان الجهد المقنن هو 220 v وكان الموزع مصنوعاً من النحاس ومساحة مقطعه $6\ mm^2$ والموصلية للنحاس $1/\rho = 56\ m/\Omega.mm^2$



الشكل (5.21)

الحل:

$$\Delta V = \frac{2x10^3 \rho}{AV_r} \sum P_i^{\backslash} L_i$$

$$= \frac{2\,x\,10^3}{56\,x\,6\,x\,220}(6\,x\,20 + 4\,x\,10 + 2.5\,x\,10 + 1.0\,x\,6)$$

$$= 5.16 \quad \text{volt}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta V}{V_r} x100$$

$$= \frac{5.16}{220} x100$$

$$= 2.35\ \%$$

(2-4-3) **حساب هبوط الجهد مع وجود المعاوقة الكلية للموزع**

يجب الأخذ في الاعتبار العوامل الآتية عند حساب هبوط الجهد مع عدم إهمال الممانعة الحثية X، في موزعات التيار المتردد:

أ- اختلاف معامل القدرة للأحمال في الموزع.

ب- جمع التيارات جمعاً إتجاهياً.

جـ- هبوط الجهد لا يكون نتيجة المقاومة الأومية فقط ولكن كذلك نتيجة للممانعة الممانعة الحثية

ويمكن حساب هبوط الجهد كما في المعادلة الآتية:

$$\Delta V = \sum I_i[(\cos\Phi_i + j\sin\Phi_i)(R_i + jX_i)] \qquad (5-10)$$

حيث إن:

$\cos\Phi_i$ = معامل القدرة

.ويمكن استخدام المعادلة التقريبية

$$\Delta V = \sum I_i(R_i\cos\Phi_i + X_i\sin\Phi_i) \qquad (5-11)$$

ولا يمكن استخدام هذه المعادلة في الموزعات الحلقية.

والمثال التالي يوضح استخدام المعادلتين (الدقيقة والتقريبية) والفرق بينهما من حيث سهولة الحسابات والدقة.

مثال (9)

موزع تيار متغير طوله 500 m والمعاوقة الكلية للموزع $Z=0.02+j0.04\ \Omega$ يغذى من إحدى نهايتيه بمقدار 250V بالأحمال الآتية:

أ- حمل مقداره 50 A ومعامل قدرته pf =1 ويبعد 200 m من نقطة التغذية

ب- حمل مقداره 100 A ومعامل قدرته pf= 0.8 متأخر ويبعد 300 m من نقطة التغذية

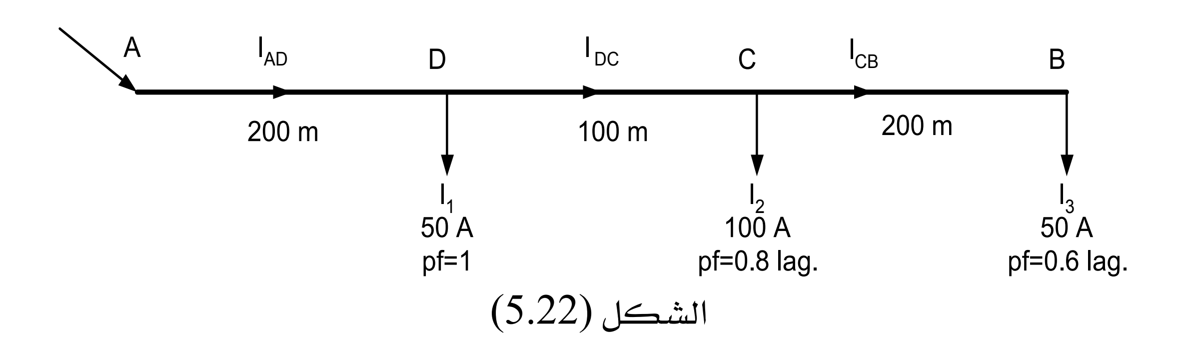
جـ حمل مقداره 50 A ومعامل قدرته pf =0.6 متأخر ويبعد ٥٠٠ m من نقطة التغذية

احسب هبوط الجهد الكلي في الموزع بالطريقة الصحيحة وبالطريقة التقريبية

الحل

أولا : الطريقة الصحيحة

يبين الشكل (5.22) موزعاً أحادي الوجه. بفرض أن التيارات موزعة كما في الشكل.



الشكل (5.22)

$$I_{AD} = I_1 + I_2 + I_3$$
$$= (50 + j\,0) + 100\,(\,0.8 - j\,0.6) + 50(0.6 - j0.8)$$
$$= 160 - j100 \quad A$$

$$Z_{AD} = Z_T \, x \, \frac{l_{AD}}{l_T} = \frac{200}{500}(0.02 + j0.04)$$
$$= 0.008 + j0.016 \;\; \Omega$$

$$\Delta V_{AD} = (160 - j100)(0.008 + j0.016)$$
$$= 2.88 + j1.76 \text{ volt}$$

$$Z_{DC} = \frac{100}{500}(0.02 + j0.04)$$
$$= 0.004 + j0.008 \quad \Omega$$

$$I_{DC} = I_1 + I_2$$
$$= (160 - j100) - (50 - j0)$$
$$= 110 - j100 \text{ A}$$

$$\Delta V_{DC} = I_{DC}\, Z_{DC}$$
$$= (110 - j100)(0.004 + j0.008)$$
$$= 1.24 + j0.48 \quad \text{volt}$$

$I_{CB} = I_3 = 50(0.6 - j0.8)$
$= 30 - j40 \quad A$
$Z_{CB} = Z_{AD} = 0.008 + j0.016 \quad \Omega$

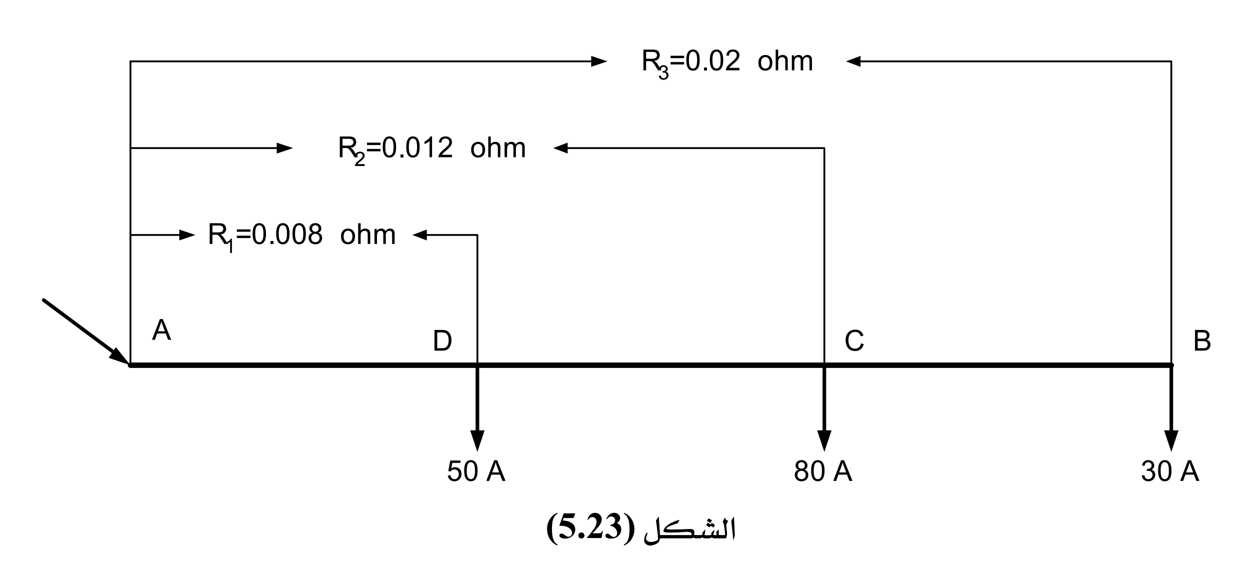
$\Delta V_{CB} = (30 - j40)(0.008 + j0.016)$
$= 0.88 + j0.16 \quad volt$

هبوط الجهد الكلي

$\Delta V_T = \Delta V_{AD} + \Delta V_{DC} + \Delta V_{CB}$
$= (2.88 + j1.76) + (1.24 + j0.48) + (0.88 + j0.16)$
$= 5 + j2.4$
$V_B = V_A - \Delta V_T$
$= 250\angle 0 - (5 + j\,2.4)$
$= 245 - j2.4 \quad volt$
$|V_B| = \sqrt{245^2 + 2.4^2} = 245.0118 \cong 245 \quad volt$

ثانيا : الطريقة التقريبية

وفي الطريقة التقريبية نقسم الجزء الحقيقي في دائرة والجزء التخيلي في دائرة أخرى ونرسم الدائرة التي تمثل الجزء الحقيقي كما في الشكل (5.23)



الشكل **(5.23)**

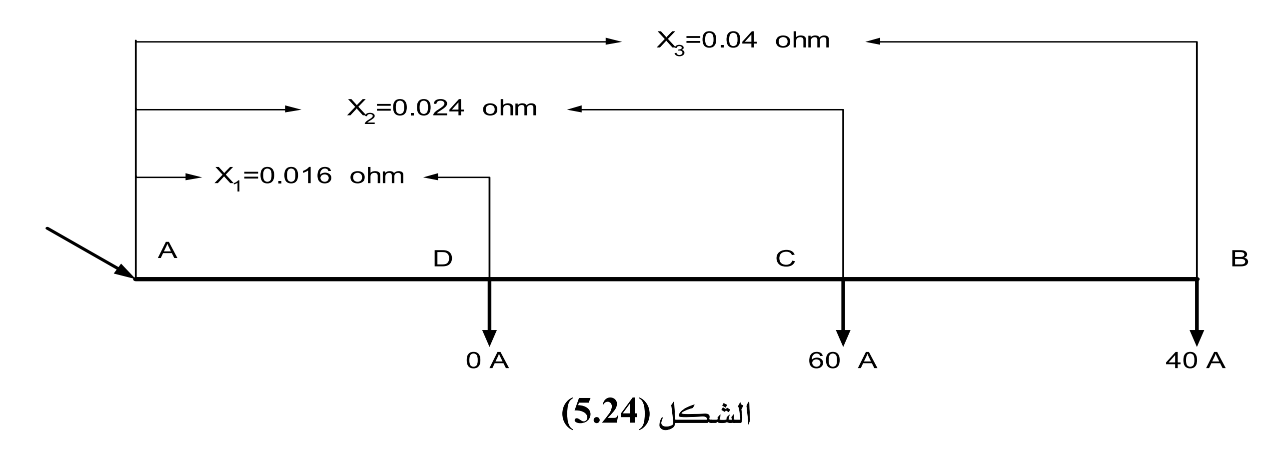
$I_1 = 50 \, A$ $\qquad$ $I_2 = 100 \times 0.8 = 80 \, A$ $\qquad$ $I_3 = 50 \times 0.6 = 30 \, A$

لحساب هبوط الجهد نتيجة الجزء الحقيقي

$$\Delta V_R = \sum I_R R$$

$$= 50 \text{ x } 0.008 + 80 \text{ x } 0.012 + 30 \text{ x } 0.02 = 1.96 \quad \text{volt}$$

لحساب هبوط الجهد نتيجة الجزء التخيلي ويوضح ذلك في الشكل **(5.24)**



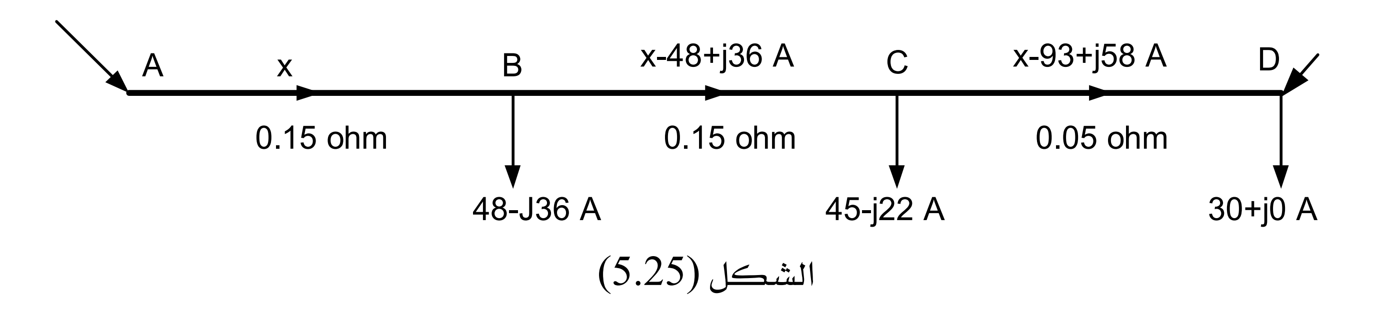
الشكل **(5.24)**

$$\Delta V_m = \sum I_m X$$
$$= 60 \text{ x } 0.024 + 40 \text{ x } 0.04 = 3.04 \text{ volt}$$
$$\Delta V_T = \Delta V_R + \Delta V_m = 1.96 + 3.04 = 5 \quad \text{volt}$$
$$V_B = V_A - \Delta V_T$$
$$= 250 - 5 = 245 \text{ volt}$$

ونلاحظ أنه لا يوجد اختلاف كبير بين الطريقتين من حيث قيمة الجهد على الموزع من الطرف الآخر ومقداره **V٢٤٥** .

مثال (10)

في الشكل (5.25) موزع أحادي الوجه. احسب توزيع التيارات في كل جزء من أجزاء الموزع والجهد عند النقطتينB و C. إذا كان الموزع يغذى بجهد متساو عند الطرفين. بمقدار $250\angle 0$ V



الشكل (5.25)

الحل

نفرض أن التيار الكلي $I_{AB} = x$

$$I_{BC} = x - (48 - j36)$$
$$= x - 48 + j36$$
$$I_{CD} = I_{BC} - I_C$$
$$= (x - 48 + j36) - (45 - j22)$$
$$= x - 93 + j58 \quad A$$
$$V_{AD} = V_A - V_D$$
$$= V_{AB} + V_{BC} + V_{CD}$$
$$= I_{AB}Z_{AB} + I_{BC}Z_{BC} + I_{CD}Z_{CD}$$
$$= 0.15x + 0.15(x-48 + j36) + 0.05(x-93 + j58)$$
$$= 0.15x + 0.15x - 7.2 + j5.4 + 0.05x - 4.65 + j2.9$$
$$= 0.35x - 11.85 + j8.3$$

وبمساواة الجزء الحقيقي بالحقيقي والجزء التخيلي بالتخيلي ينتج

$$11.85 = 0.35x$$
$$x = 33.857 \cong 34 \text{ A}$$

$$I_{CD} = x - 93 + j58$$
$$= -59 + j58 \quad A$$
$$I_{DC} = 59 - j58 \quad A$$

$$V_B = V_A - I_{AB}Z_{AB}$$
$$= 250 - 34 \times 0.15$$
$$= 250 - 5.1$$
$$= 244.9 \text{ volt}$$
$$V_C = V_D - I_{DC}Z_{DC}$$
$$= 250 - 0.05(59 - j58)$$
$$= 247.05 + j2.9 \text{ volt}$$

تمارين

تمارين

١- موزع x- y يغذى من إحد طرفيه بنفس الجهد بمقدار 250 V وطول الموزع 200 m ونقط الأحمال كما في الجدول التالي

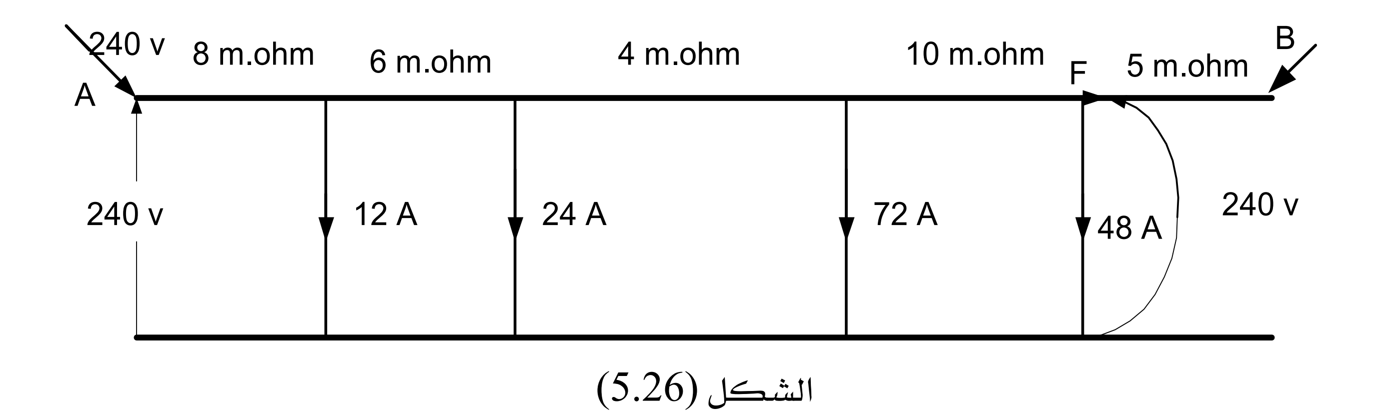
التيار (بالأمبير)	30	40	30	25
المسافة من نقطة التغذية x إلى نقط التحميل (بالمتر)	50	75	100	150

علماً بأن قيمة المقاومة 0.3 Ω/km (لكل من الموصلين ذهاباً وإيابا) أوجد قيمة

أ- التيار في كل جزء من أجزاء الموزع

ب-الجهد عند نقط التحميل

٢- موزع يغذى من كلا طرفيه AB كما هو موضح في الشكل (5.26) علماً بأن الجهد عند A مقداره 240 V وجهد نقطة F 240 V ، احسب الجهد عند نقطة التغذية B . علماً بأن قيم المقاومات للموصل ذهاباً وإيابا بالملي أوم.



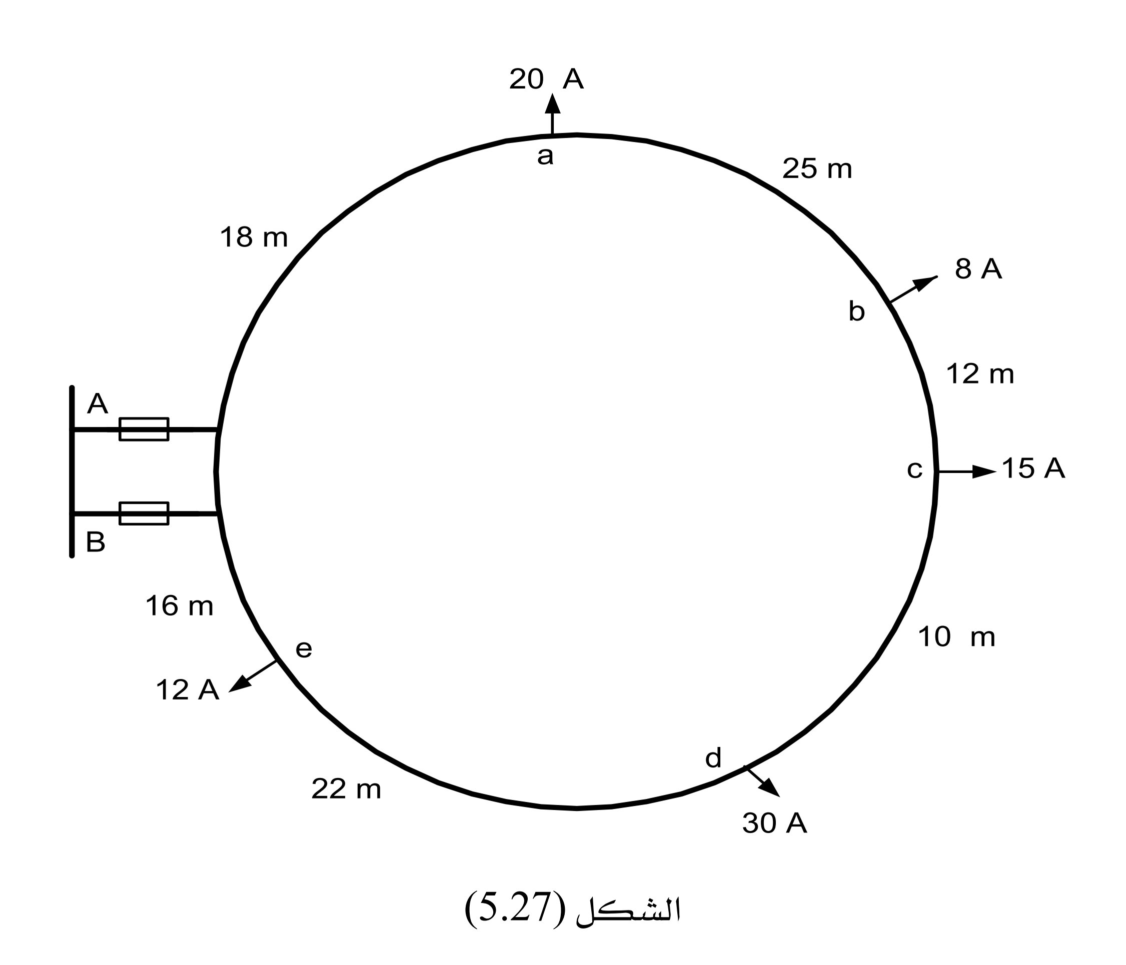
الشكل (5.26)

٣- يراد توصيل منشأة بواسطة خط توصيل حلقي على شبكة تيار مستمر V٢٠٠ كما في الشكل (5.27) التخطيطي ، علماً بأن مقدار المقاومة لكل موصل 0.02 Ω/100 m

أ- احسب قيم التيار الموزع من نقطتين A وB

ب- أين تقع نقطة انعكاس التيار

ت- بأي مقدار من التيار تغذى نقطة انعكاس التيار ؟



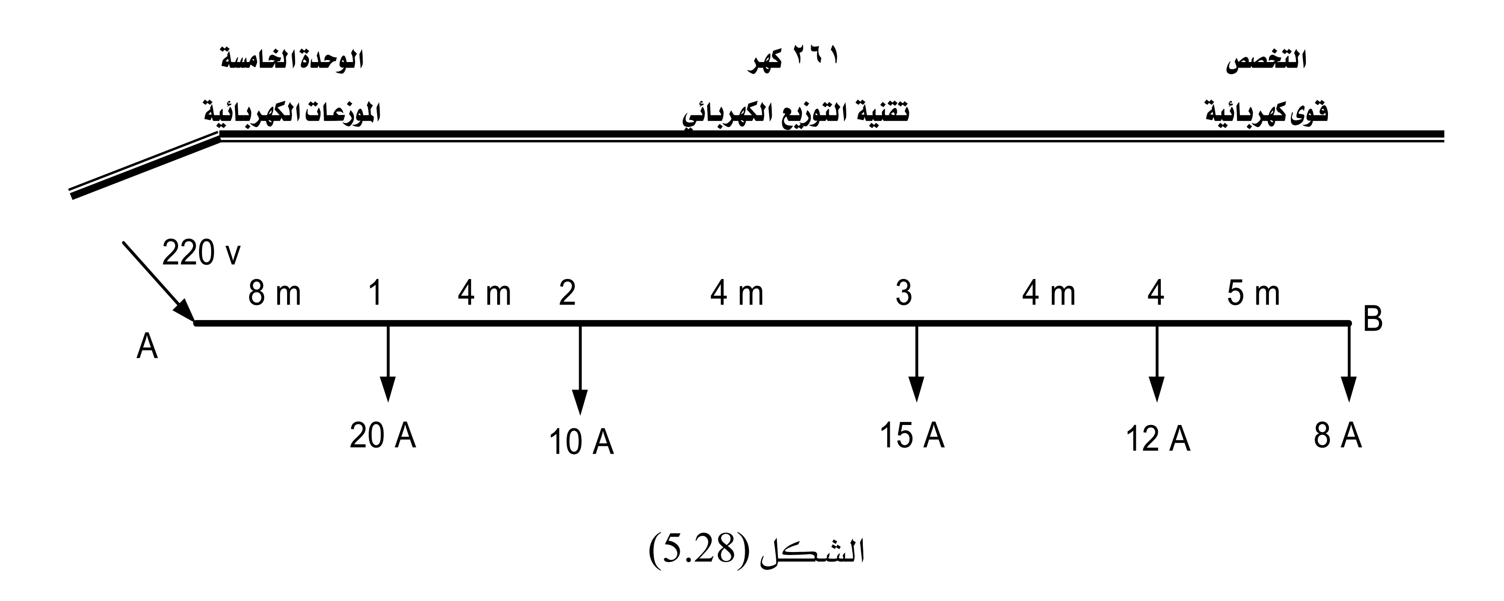
الشكل (5.27)

٤- موزع تيار مستمر ذو موصلين AB يغذى من نقطة A بجهد 220 V كما في الشكل (5.28) احسب الجهد عند نقطة B إذا وصلت

أ- جميع الأحمال

ب- إذا وصلت الأحمال 1, 3, 5

علماً بأن مقاومة الموصل 0.2 ohm/100 m



الشكل (5.28)

٥- المطلوب تنفيذ خطة التركيب الموضحة في الشكل (5.29) لأربعة أفران تسخين قدرة كل منها 6 Kw، متصلة بتيار أحادي الوجه عن طريق موصل نحاسي مساحة مقطعه $25\ mm^2$ والمقاومة النوعية $\rho = 1.78x10^{-8}\ \Omega.m$

احسب

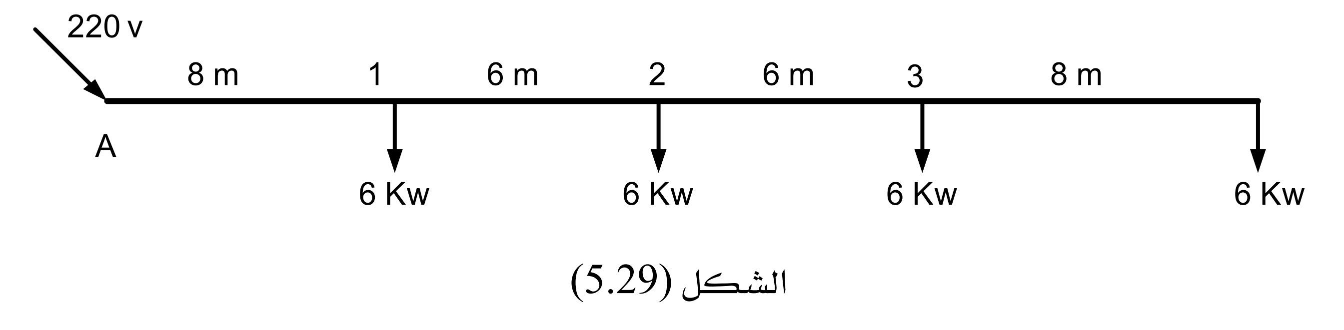
أ- التيار المسحوب بالفرن

ب- التيار الخارج من نقطة A

جـ الجهد عند الحمل الرابع في الحالتين الآتيتين

١- وصلت جميع الأفران في حالة الحمل الكامل

٢- فصل الفرنين ٣ و2 فقط.

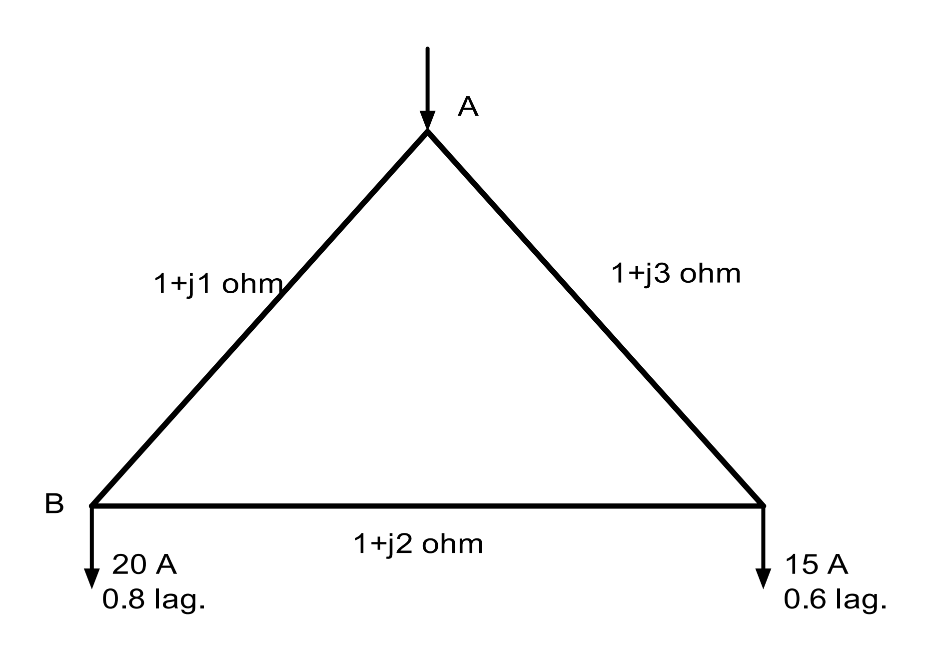


الشكل (5.29)

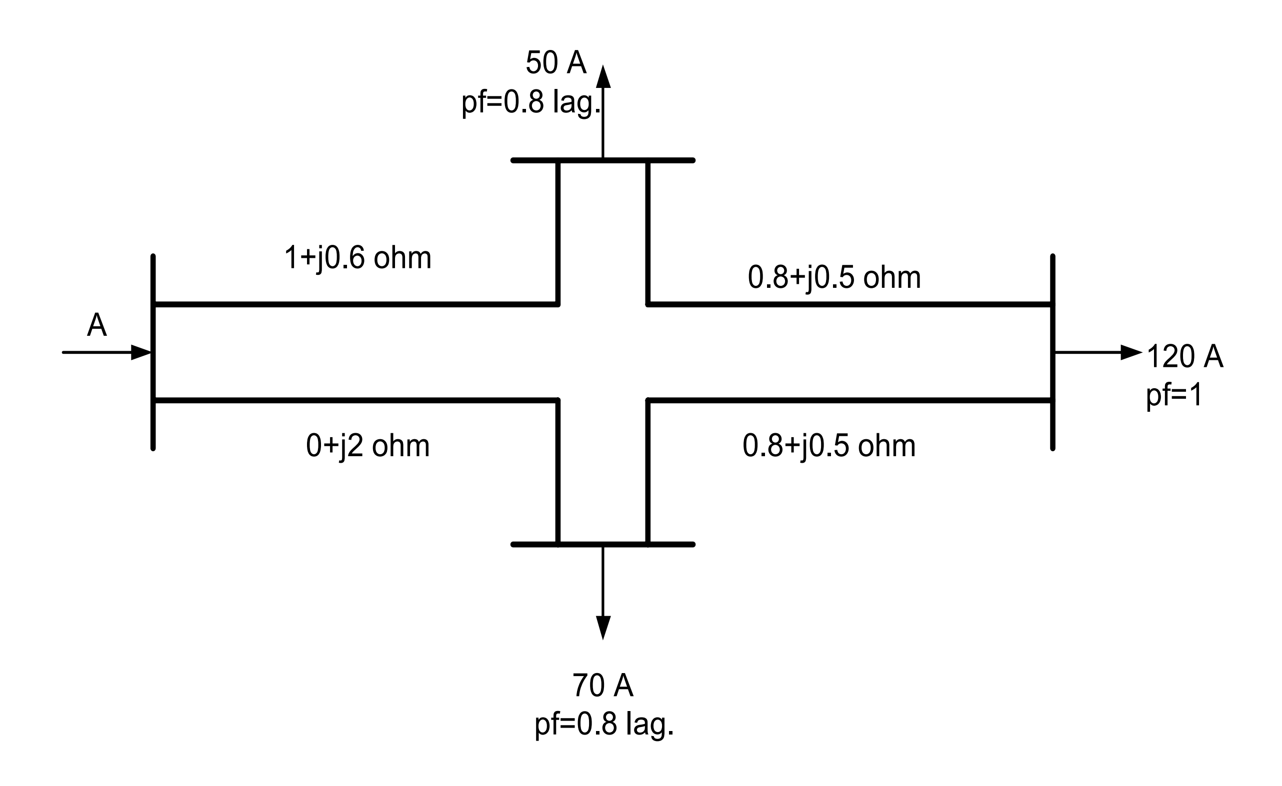
٦- أعد حل المثال (10) في حالة عدم تساوي الجهد من طرفيه علماً بأن الجهد عند نقطة A $V_A = 250\angle 0$ volt وأن الجهد عند نقطة $V_B = 245\angle 0$

٧- باستخدام قانون كيرشوف أوجد التيار الكلي عند نقطة A والتيار في كل جزء من أجزاء الموزع في الشكل (5.30)

٨- موزع حلقي كما هو مبين في الشكل (5.31) يغذى من نقطة A، احسب التيارات في الأجزاء المختلفة للموزع.



الشكل (3.30)



الشكل (5.31)